

## **Universidade do Minho / University of Minho**

### **Cursos de Mestrado e Pós-graduação em Electrónica Industrial – Especialização em Automação e Robótica 05-06**

#### **Industrial Electronics Master Degree and Postgraduate Diploma Programmes – Specialisation in Automation and Robotics 05-06**

**Duração oficial** – Mestrado em Electrónica Industrial – Especialização em Automação e Robótica: 2 anos, 4 semestres, 80 semanas de estudo a tempo inteiro, totalizando 120 créditos ECTS.

Diploma de Estudos Pós-graduados ou Especialização (DE) em Automação e Robótica - Electrónica Industrial: 1 ano, 2 semestres, 40 semanas de estudo a tempo inteiro, totalizando 60 créditos ECTS.

**Conteúdos** – No primeiro ano de estudos, o curso de Mestrado inclui 10 disciplinas. 6 destas (que incluem 2 disciplinas de Projecto) são obrigatórias e 4 são opcionais. O segundo ano é dedicado à preparação da dissertação de mestrado. O curso do DE é idêntico ao primeiro ano do curso de Mestrado. No término deste, um estudante do curso de Mestrado pode receber o DE se decidir não continuar para a dissertação.

**Admissão** – Para admissão no curso de Mestrado, um estudante deve demonstrar adequada preparação prévia, sendo titular de um diploma de licenciatura ou grau de primeiro ciclo de estudos universitários numa área afim de Engenharia ou Ciências. A classificação do diploma deve ser igual ou superior a 70% do valor máximo da escala (a comissão directiva do curso pode aceitar estudantes com classificação inferior se dispuserem de currículo profissional ou científico relevante).

A admissão ao curso de estudos pós-graduados não está restrita ao mínimo referido. Estudantes deste curso que obtenham classificação igual ou superior a 70% do valor máximo da escala podem

**Official length** – Master degree in Industrial Electronics: 2 years, 4 semesters, 80 weeks of full-time study, crediting 120 ECTS marks. Postgraduate Diploma (PgDip) in Industrial Electronics: 1 year, 2 semesters, 40 weeks of full-time study, crediting 60 ECTS marks.

**Programme requirements** – In the first year, the Master's programme comprises 10 courses. 6 of these (including 2 project courses) are mandatory and 4 are elective. The second year is devoted to preparation of a master's thesis.

The programme for PgDip is identical to the Master's first year. On completion of this, a student of the Master's program may be awarded the PgDip if he or she decides not to go into the thesis.

**Programme admission** – To be admitted in the Master degree programme, a student must demonstrate an adequate previous preparation, by holding a diploma degree of first cycle on a suitable area of Engineering or Science. The overall diploma's grade must be 70% of possible total (the programme's steering committee may accept students with a lower grade provided that relevant professional or scientific curriculum is presented).

Admission to the PgDip programme has not the last restriction. Students getting the PgDip with overall 70% of possible total or better may continue to the Master's degree.

continuar para o grau de Mestre.

**Acesso a outros níveis de estudo** - O grau de Mestre permite acesso a cursos de doutoramento de acordo com o descrito em

[http://www.dges.mces.pt/naric\\_suplemento\\_8\\_en.htm](http://www.dges.mces.pt/naric_suplemento_8_en.htm)

**Estatuto profissional** – O DE confirma elevada qualificação profissional no domínio da Engenharia Electrónica Industrial – Automação e Robótica. Para além disto, o grau de Mestre certifica também capacidade para realizar investigação e prosseguir estudos doutorais.

**Coordenador ECTS**– Paulo Garrido,  
[pgarrido@dei.uminho.pt](mailto:pgarrido@dei.uminho.pt)

**Plano de estudos** –Veja-se a seguir o plano de estudos e o catálogo de disciplinas oferecidas no primeiro ano lectivo da edição de 2005-06.

**Mais informação** –

<http://www.dei.uminho.pt/mei/>

**Access to further study** - The Master degree (Portuguese: Mestre) allows access to doctoral studies, according to the terms described in

[http://www.dges.mces.pt/naric\\_suplemento\\_8\\_en.htm](http://www.dges.mces.pt/naric_suplemento_8_en.htm)

**Professional status** – The PgDip certifies high professional qualification in the domain of Industrial Electronics Engineering – Automation and Robotics. Besides this, the Master degree certifies also capability of doing research and go into doctoral studies.

**ECTS Coordinator** – Paulo Garrido,  
[pgarrido@dei.uminho.pt](mailto:pgarrido@dei.uminho.pt)

**Curriculum** –See below the plan of studies and the catalogue of courses offered in the first-year of the 2005-06 edition.

**Further information**–

<http://www.dei.uminho.pt/mei/> (in Portuguese only)

Plano de estudos / Plan of studies				
Ano/ Year	Sem.	Disciplinas	Courses	ECTS
1	1	Controlo por Computador	Computer Control	6
		Sensores e Actuadores	Sensors and Actuators	6
		Opção 1	Elective 1	6
		Opção 2	Elective 2	6
		Projecto 1	Project 1	6
	2	Robótica Industrial e de Serviços	Industrial and Service Robotics	6
		Sistemas de Tempo Real	Real Time Systems	6
		Opção 3	Elective 3	6
		Opção 4	Elective 4	6
		Projecto 2	Project 2	6
2 *	3-4	Dissertação	Dissertation	60

\* Apenas para o curso de Mestrado / Only for the Master degree

Catálogo de disciplinas / Courses catalogue					
Sem	Disciplinas	Tipo	Courses	Type	EC TS
1	<a href="#">Controlo por Computador</a>	Obrigatória	<a href="#">Computer Control</a>	Mandatory	6
1	<a href="#">Sensores e Actuadores</a>	Obrigatória	<a href="#">Sensors and Actuators</a>	Mandatory	6
1	<a href="#">Projecto 1</a>	Obrigatória	<a href="#">Project 1</a>	Mandatory	6
1	<a href="#">Automação Fabril</a>	Opcional	<a href="#">Factory Automation</a>	Elective	6
1	<a href="#">Inteligência Artificial</a>	Opcional	<a href="#">Artificial Intelligence</a>	Elective	6
1	<a href="#">Informação Multi-sensorial</a>	Opcional	<a href="#">Sensor Fusion</a>	Elective	6
1	<a href="#">Arquitectura de Processadores</a>	Opcional	<a href="#">Processors Architecture</a>	Elective	6
1	<a href="#">Electrónica de Potência</a>	Opcional	<a href="#">Power Electronics</a>	Elective	6
1	<a href="#">Energias Renováveis</a>	Opcional	<a href="#">Renewable Energies</a>	Elective	6
1	<a href="#">Sistemas de Transmissão</a>	Opcional	<a href="#">Transmission Systems</a>	Elective	6
1	<a href="#">Comunicações Industriais</a>	Opcional	<a href="#">Industrial Communications</a>	Elective	6
2	<a href="#">Robótica Industrial e de Serviços</a>	Obrigatória	<a href="#">Industrial and Service Robotics</a>	Mandatory	6
2	<a href="#">Sistemas de Tempo Real</a>	Obrigatória	<a href="#">Real-Time Systems</a>	Mandatory	6
2	<a href="#">Projecto 2</a>	Obrigatória	<a href="#">Project 2</a>	Mandatory	6
2	<a href="#">Sistemas de Produção</a>	Opcional	<a href="#">Production Systems</a>	Elective	6
2	<a href="#">Aprendizagem por Reforço</a>	Opcional	<a href="#">Reinforcement Learning</a>	Elective	6
2	<a href="#">Algoritmos de Inspiração Biológica</a>	Opcional	<a href="#">Biologically Inspired Algorithms</a>	Elective	6
2	<a href="#">Projecto de Controladores Específicos</a>	Opcional	<a href="#">Design of Application Specific Hardware Controllers</a>	Elective	6
2	<a href="#">Visão por Computador</a>	Opcional	<a href="#">Computer Vision</a>	Elective	6
2	<a href="#">Aplicações de Electrónica de Potência</a>	Opcional	<a href="#">Power Electronics Applications</a>	Elective	6
2	<a href="#">Qualidade de Energia</a>	Opcional	<a href="#">Power Quality</a>	Elective	6

<p><b>Nome da disciplina:</b> Controlo por Computador</p> <p><b>Código da disciplina:</b> D000126</p> <p><b>Tipo:</b> Obrigatória</p> <p><b>Nível da disciplina:</b> Normal</p> <p><b>Ano:</b> Primeiro</p> <p><b>Semestre:</b> Primeiro</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Docente(s):</b> Paulo Garrido</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b> Projectar, parametrizar ou seleccionar controladores digitais lineares usando os conceitos de robustez e optimalidade.</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Conhecimento de sistemas de controlo linear em tempo contínuo de nível primeiro ciclo.</p> <p><b>Conteúdos programáticos:</b> Sistemas em tempo discreto. Modelos discretos em espaço de estados de sistemas controlados por computador. Ferramentas de análise e estabilidade. Robustez e o seu projecto. Tradução digital de projecto em tempo contínuo. Controladores PID. Métodos gerais de projecto. Colocação de pólos e controlo óptimo. Observadores e estimadores de Kalman. Introdução ao controlo adaptativo e identificação.</p> <p><b>Leituras recomendadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– K. Astrom, B. Wittenmark, Computer-Controlled Systems, Prentice-Hall, ISBN: 0-13-314899-8 (hardcover), ISBN 0-13-736787-2 (paperback), 1997.</li> <li>– Computer Control: An Overview by Björn Wittenmark, Karl Johan Åström, and Karl-Erik Årzén, IFAC Professional brief, <a href="http://www.ifac-control.org/publications/pbriefs/PB_Wittenmark_etal_final.pdf">http://www.ifac-control.org/publications/pbriefs/PB_Wittenmark_etal_final.pdf</a></li> <li>– Computer-Controlled Systems Course Lecture Notes, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, <a href="http://www.control.lth.se/~kursdr/literature.html">http://www.control.lth.se/~kursdr/literature.html</a></li> </ul> <p><b>Método de ensino:</b> Exposição teórica para aprendizagem baseada em projecto. Apresentação, discussão e operacionalização dos conceitos no contexto do projecto a realizar (na disciplina de Projecto 1.)</p> <p><b>Métodos de avaliação:</b> A avaliação desta disciplina está integrada na avaliação de projecto realizado em Projecto 2. A avaliação compreende apresentação e defesa pública do</p>	<p><b>Course title:</b> Computer Control</p> <p><b>Course code:</b> D000126</p> <p><b>Type of course:</b> Mandatory</p> <p><b>Level of course:</b> Normal</p> <p><b>Year of study:</b> First</p> <p><b>Semester/trimester:</b> First</p> <p><b>Number of credits allocated:</b> 6</p> <p><b>Name of lecturer(s):</b> Paulo Garrido</p> <p><b>Learning outcomes:</b> To design, tune or select, linear digital controllers using the concepts of robustness and optimality.</p> <p><b>Prerequisites:</b> Knowledge of linear control systems in continuous time at the undergraduate level.</p> <p><b>Course contents:</b> Discrete-time systems. State-space discrete-time models of systems under computer control. Analysis tools and stability. Robustness and its design. Digital translation of analog design. PID controllers. A state-space extension of PID's. General methods of design. Pole-placement and optimal control, observers and Kalman estimators. Introduction to adaptive control and identification.</p> <p><b>Recommended reading:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– K. Astrom, B. Wittenmark, Computer-Controlled Systems, Prentice-Hall, ISBN: 0-13-314899-8 (hardcover), ISBN 0-13-736787-2 (paperback), 1997.</li> <li>– Computer Control: An Overview by Björn Wittenmark, Karl Johan Åström, and Karl-Erik Årzén, IFAC Professional brief, <a href="http://www.ifac-control.org/publications/pbriefs/PB_Wittenmark_etal_final.pdf">http://www.ifac-control.org/publications/pbriefs/PB_Wittenmark_etal_final.pdf</a></li> <li>– Computer-Controlled Systems Course Lecture Notes, Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology, <a href="http://www.control.lth.se/~kursdr/literature.html">http://www.control.lth.se/~kursdr/literature.html</a></li> </ul> <p><b>Teaching methods:</b> 2 hour per week lectures for project based learning. To present, discuss and make operational the concepts in the context of the project to accomplish.</p> <p><b>Assessment methods:</b> Assessment of this course is integrated in the assessment of a design made up in Project 2. Assessment is finalized with a public presentation and</p>
---	---

projecto e seu relatório.

**Língua de instrução:** Português ou Inglês

discussion of the project and its report..

**Language of instruction:** Portuguese or English

**D000127 - Sensores e Actuadores****Regime:** S1**Tipo:** Obrigatória**Língua de Instrução:** Português**Horas/Semana:** 2**Créditos ECTS:** 6**Métodos de Ensino:** Exposição teórica. Apresentação e resolução de problemas. Trabalhos de síntese sobre temas propostos elaborados e apresentados pelos alunos.**Programa:** Princípios físicos da transdução. Estudo de diversos sensores, suas características, interfaces e aplicações: Extensometria: Sensores de força, binário e peso; · Sensores Piezoelétricos, Piezoresistivos e Piroelétricos; Sensores tácteis e Pele artificial; · Sensores de proximidade e de distância; · Sensores ópticos e visão artificial; Narizes artificiais. · Sensores no silício, Microengenharia e Microsistemas. · · RFID - Identificação por Radiofrequência e sensores sem fios, sensores inteligentes. Estudo de alguns actuadores, suas características, interfaces e aplicações: piezoelétricos, magneto-estritivos, electromagnéticos, electrostáticos, electroreológicos. Estudo de casos.**Métodos de Avaliação:** Testes e exame final e avaliação do trabalho de síntese**Pré-requisitos:** Conhecimentos de electrónica e instrumentação.**Resultados da Aprendizagem:** Apreciar e compreender os princípios de funcionamento, a constituição, técnicas de interface e as aplicações dos diversos tipos de sensores e actuadores. Pesquisar e elaborar um trabalho de síntese sobre sensores e/ou actuadores.**Bibliografia:**

Fraden, Jacob; Handbook of modern sensors: physics, designs, and application, 2nd edition, Springer Verlag New York, Inc, 1996  
Dally, J.W.; Riley, W.F.; McConnell, K.G.; Instrumentation for Engineering Measurements, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., 1984  
R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, 1993  
Finkenzeller, Klaus; RFID-Handbook - Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., 2003  
Selection of Papers from Proceedings, Magazines, and from the Web.

**Docente(s):** Carlos Couto**D000127 - Sensors and Actuators****Regimen:** 1<sup>st</sup> Semester**Type:** Mandatory**Language of Instruction:** Portuguese**Classroom hours per week:** 2**ECTS Credits:** 6**Teaching Methods:** Lectures and problems resolution. Essays prepared and presented by the students on proposed topics.**Syllabus:** Physical principles of transduction. Study of several sensors, their characteristics, interfaces and applications: Strain Gages: Force, Torque and Weight sensors; · Piezoelectric, Piezoresistive and Pyroelectric Sensors; Tactile Sensors and Artificial skin; · Proximity and distance Sensors; · · Optical Sensors and artificial vision; Electronic Noses. · Silicon Sensors, Microengineering and Microsystems. · · RFID - Radio Frequency Identification, wireless and smart sensors. displacement, force, flux, light, temperature, humidity, electromagnetic field. Study of actuators, characteristics, interfaces and applications: piezo-electric, magnetostrictive, electromagnetic, electrostatic and electrorheologic. Case studies.**Learning assessment and classification:** Tests and final examination and essay mark.**Prerequisites:** Knowledge of electronics and instrumentation at the undergraduate level.**Learning outcomes:** To appreciate and understand the operation principle, the components, interfacing techniques and applications for several sensors and actuators. To research, prepare and present a small essay on a sensor and/or actuator.**Bibliography:**

Fraden, Jacob; Handbook of modern sensors: physics, designs, and application, 2nd edition, Springer Verlag New York, Inc, 1996  
Dally, J.W.; Riley, W.F.; McConnell, K.G.; Instrumentation for Engineering Measurements, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., 1984  
R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Addison-Wesley Publishing Company, 1993  
Finkenzeller, Klaus; RFID-Handbook - Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., 2003  
Selection of Papers from Proceedings, Magazines, and from the Web.

**Teacher:** Carlos Couto

<p><b><u>D000128 – Projecto 1</u></b></p> <p><b>Regime:</b> S1</p> <p><b>Tipo:</b> Obrigatória</p> <p><b>Língua de Instrução:</b> Português</p> <p><b>Horas/Semana:</b> 4</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Métodos de Ensino:</b> Os docentes estão disponíveis durante o horário previsto para apresentar os projectos a realizar, as ferramentas a usar, esclarecer dúvidas e orientar os alunos na execução do projecto.</p> <p><b>Programa:</b> Os temas de projecto são apresentados pelos docentes das disciplinas. É possível a existência de temas individuais de projecto.</p> <p><b>Métodos de Avaliação:</b> Relatórios escritos e apresentações orais.</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Os mesmos que os das disciplinas que fornecem os temas para o projecto.</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b> Competências de projecto: análise de especificações, sistema e recursos; síntese de solução e apresentação de resultados.</p> <p><b>Bibliografia:</b> Como nos pré-requisitos.</p>	<p><b><u>D000128 – Project 1</u></b></p> <p><b>Regimen:</b> 1<sup>st</sup> Semester</p> <p><b>Type:</b> Mandatory</p> <p><b>Language of Instruction:</b> Portuguese</p> <p><b>Classroom hours per week:</b> 2</p> <p><b>ECTS Credits:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b> Teachers are available during the scheduled hours for introducing projects and tools and for student orientation and support along the project's execution.</p> <p><b>Contents:</b> Project themes are presented by teachers. It is possible that some project themes are for only one student.</p> <p><b>Learning assessment and classification:</b> Written reports with oral presentations.</p> <p><b>Prerequisites:</b> Similar to the theoretical courses from which project themes are taken.</p> <p><b>Learning outcomes:</b> Project competencies: analysis of specifications, system and resources; synthesis of solutions and presentation of results.</p> <p><b>Bibliography:</b> As in prerequisites.</p>
---	---

<p><b>D000153 – Automação Fabril</b></p> <p><b>Regime:</b> 1º Semestre</p> <p><b>Tipo:</b> Opcional</p> <p><b>Língua de Instrução:</b> Português</p> <p><b>Horas/Semana:</b> 4</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b> Aulas teóricas, resolução de problemas e curtos estudos de pesquisa.</p> <p><b>Programa:</b> Tipos de sistemas de fabrico automatizados. Arquitectura da gestão da produção. Técnicas de gestão da produção. Metodologia de desenvolvimento de sistemas de fabrico automatizados. Ambiente virtual de fabrico.</p> <p><b>Métodos de Avaliação:</b> Testes, exame final e estudos temáticos.</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Conhecimentos de Electrónica e instrumentação.</p> <p><b>Resultados de Aprendizagem:</b> Apreciar e perceber diversos tipos de sistemas de fabrico automatizados. Conhecer e utilizar diversas técnicas de modelação e gestão da produção.</p> <p><b>Bibliografia:</b></p> <p>Irwin, J. David; The Industrial Electronics Handbook, CRC Press, IEEE Press, New York, 1997  Groover, M. P.; Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, Prentice Hall International, Inc.; 1987  Jean-Marie Proth, X. Xie ; Petri Nets – A tool for design and Management of Manufacturing Systems; John Wiley &amp; Sons., 1996  Selection of Papers from Proceedings, Magazines, and from the Web.</p> <p><b>Teacher:</b> Carlos Couto</p>	<p><b>D000153 – Factory Automation</b></p> <p><b>Regimen:</b> 1st Semester</p> <p><b>Type:</b> Elective</p> <p><b>Language of Instruction:</b> Portuguese</p> <p><b>Classroom hours per week:</b> 2</p> <p><b>ECTS Credits:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b> Lectures, problems resolution and short research studies.</p> <p><b>Syllabus:</b> Types of Automated Manufacturing Systems. Production Management Architecture. Production Management Techniques. Automated Manufacturing System Development Methodology. Virtual Manufacturing Environment.</p> <p><b>Learning assessment and classification:</b> Tests, final examination and short essays.</p> <p><b>Prerequisites:</b> Knowledge of electronics and instrumentation at the undergraduate level.</p> <p><b>Learning Outcomes:</b> To appreciate several types of Automated Manufacturing Systems. To understand and to use several techniques for modelling and production management.</p> <p><b>Bibliography:</b></p> <p>Irwin, J. David; The Industrial Electronics Handbook, CRC Press, IEEE Press, New York, 1997  Groover, M. P.; Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, Prentice Hall International, Inc.; 1987  Jean-Marie Proth, X. Xie ; Petri Nets - A tool for design and Management of Manufacturing Systems; John Wiley &amp; Sons., 1996  Selection of Papers from Proceedings, Magazines, and from the Web.</p> <p><b>Teacher:</b> Carlos Couto</p>
--	---

<p><b>Nome da disciplina:</b> Inteligência Artificial</p> <p><b>Código da disciplina:</b> D000154</p> <p><b>Tipo:</b> Opcional</p> <p><b>Nível da disciplina:</b> Normal</p> <p><b>Ano:</b> Primeiro</p> <p><b>Semestre:</b> Primeiro</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Docente(s):</b> Paulo Garrido</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b> Compreender globalmente a Inteligência Artificial nas áreas clássica, de lógica difusa e de redes neuronais. Aplicar sistemas difusos e redes neuronais mais populares em tarefas de controlo.</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Conhecimentos de Lógica clássica.</p> <p><b>Conteúdos programáticos:</b> Inteligência Artificial Clássica. Introdução à Lógica Difusa. Os modelos de inferência de Mamdani e Sugeno em controlo. Introdução às redes neuronais. Treino de redes neuronais 'multi-layer backpropagation' e 'radial basis functions'.</p> <p><b>Leituras recomendadas:</b> Intelligent Control Systems Using Soft Computing Methodologies, A. Zilouchian, M. Jamshidi, CRC Press, 2001. Artigos de revistas.</p> <p><b>Métodos de ensino:</b> Exposição teórica. Projecto em equipa.</p> <p><b>Métodos de avaliação:</b> Relatório e apresentação do projecto.</p> <p><b>Língua de instrução:</b> Português ou Inglês</p>	<p><b>Course title:</b> Artificial Intelligence</p> <p><b>Course code:</b> D000154</p> <p><b>Type of course:</b> Elective</p> <p><b>Level of course:</b> Normal</p> <p><b>Year of study:</b> First</p> <p><b>Semester/trimester:</b> First</p> <p><b>Number of credits allocated:</b> 6</p> <p><b>Name of lecturer(s):</b> Paulo Garrido</p> <p><b>Learning outcomes:</b> To understand globally Artificial Intelligence in the classical, fuzzy and neural network areas. To apply Mamdani inference models, feedforward and radial-basis networks in control tasks.</p> <p><b>Prerequisites:</b> Knowledge of classical logic fundamentals</p> <p><b>Course contents:</b> Classical Artificial Intelligence. Introduction to fuzzy logic. The inference models of Mamdani and Sugeno in control. Introduction to neural networks. Training multi-layer backpropagation and radial basis functions networks.</p> <p><b>Recommended reading:</b> Intelligent Control Systems Using Soft Computing Methodologies, A. Zilouchian, M. Jamshidi, CRC Press, 2001. Journal's papers.</p> <p><b>Teaching methods:</b> Lectures, team project.</p> <p><b>Assessment methods:</b> Project report and presentation.</p> <p><b>Language of instruction:</b> Portuguese or English</p>
---	---

<b>Nome da disciplina</b>	<b>Informação Multi-sensorial</b>	<b>Sensor Fusion</b>
<b>Course title</b>		
<b>Código da disciplina</b>	D000155	D000155
<b>Course code</b>		
<b>Tipo</b>	Opcional	Elective
<b>Type of course</b>		
<b>Nível</b>	Normal	Normal
<b>Level of course</b>		
<b>Ano</b>	Primeiro	First
<b>Year of study</b>		
<b>Semestre</b>	Segundo	Second
<b>Semester/trimester:</b>		
<b>Créditos ECTS</b>	6	6
<b>ECTS credits</b>		
<b>Docentes</b>	Jaime Fonseca	Jaime Fonseca
<b>Name of lecturer(s)</b>		
<b>Resultados de aprendizagem</b>	Interpretar e relacionar as arquitecturas de controlo mais utilizadas em sistemas multisensor.	To understand and interlink the control architectures most used in multisensor systems.
<b>Learning outcomes</b>	Compreender o porquê da utilização de múltiplos sensores, os princípios e as principais técnicas da fusão sensorial de dados.	To understand the potential advantages gained with the use of several sensors. The main techniques of sensor fusion are presented.
	Projectar e implementação de técnicas de fusão sensorial de dados.	Design and implementation of the sensor fusion techniques
<b>Pré-requisitos</b>	Nenhum	None
<b>Prerequisites</b>		
<b>Programa</b>	Estudo das diferentes arquitecturas de controlo para sistemas multisensor, como por exemplo a aproximação cognitivista, comportamental e híbrida e o modelo RCS.	Study of the hierarchical control systems for multiple sensors. For example the approach cognitiviste, comportamental and hybrid, and the RCS model of Albus.
<b>Course contents</b>	Estudo das diferentes técnicas de fusão sensorial de dados, como por exemplo o filtro de kalman, Estimação Bayesiana, Teoria de Dempster-Shafer e Lógica difusa. Sua implementação.	Study of the several data sensor fusion techniques, for instance the kalman filter, the Bayesian estimation, the Dempster-shafer teory and the fuzzy logic.
	Exemplos de aplicação na área da robótica móvel e fixa, e no reconhecimento de objectos.	Practical examples in the robotics area and in the objects recognition.
<b>Leituras recomendadas</b>	Ren C. Luo and Michael G. Kay, Multisensor Integration and Fusion For Intelligent Machines and Systems, Ablex publishing Corporation, 1995.	Ren C. Luo and Michael G. Kay, Multisensor Integration and Fusion For Intelligent Machines and Systems, Ablex publishing Corporation, 1995.
<b>Recommended reading</b>	James Manyika and Hugh Durrant-Whyte, Data Fusion and Sensor Management a decentralized information-theoretic	James Manyika and Hugh Durrant-Whyte, Data Fusion and Sensor Management a decentralized information-theoretic

<p><b>Métodos de ensino</b> <b>Teaching methods</b></p> <p><b>Métodos de avaliação</b> <b>Assessment methods</b></p> <p><b>Língua de instrução</b> <b>Language of instruction</b></p>	<p>approach. Ellis Horwood, Series in Electric and Electronic Engineering, 1994.</p> <p>Tech Reach inc, An Introduction to Multisensor Data Fusion. 1995.</p> <p>Judea Pearl, Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Network of Plausible Inference. Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1988.</p> <p>Apresentação das principais arquitecturas de controlo usadas com múltiplos sensores e técnicas de fusão sensorial de dados. Exemplos práticos.</p> <p>Pequenos projectos de implementação de algumas das técnicas de fusão sensorial de dados com recurso a ferramentas como o Matlab e o Labview.</p> <p>Apoio tutorial no desenvolvimento dos projectos e dos relatórios.</p> <p>Avaliação dos trabalhos de grupo (50%).</p> <p>Exame escrito sobre a matéria leccionada (50%).</p> <p>Portuguese or English</p>	<p>approach. Ellis Horwood, Series in Electric and Electronic Engineering, 1994.</p> <p>Tech Reach inc, An Introduction to Multisensor Data Fusion. 1995.</p> <p>Judea Pearl, Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Network of Plausible Inference. Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1988.</p> <p>Presentation of the main hierarchical control systems used with multiple sensors. Presentation of the main sensor fusion techniques. Practical examples.</p> <p>Small team projects for implement some sensor fusion techniques in Matlab or Labview tools.</p> <p>Tutorial support to the small projects development, including reporting, presentation.</p> <p>Project team evaluation (50%)</p> <p>Written examination (50%)</p> <p>Portuguese or English</p>
---	---	---

<p><b><u>D000137 – Arquitectura de Processadores</u></b></p> <p><b>Regime:</b> S1</p> <p><b>Tipo:</b> Opcional</p> <p><b>Língua de Instrução:</b> Português</p> <p><b>Horas/Semana:</b> 2</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Métodos de Ensino:</b> Exposição teórica. Apresentação e resolução de problemas. Exercícios extra-aula.</p> <p><b>Programa:</b> Fundamentos do projecto de computadores. Arquitecturas e conjuntos de instruções. projecto do processador. Projecto da unidade de controlo e do sistema de memória. Projecto de processadores 'pipeline'. Estudo de casos de arquitecturas de microcontroladores de 32 bits.</p> <p><b>Métodos de Avaliação:</b> Exame final (75%) e projecto de grupo (25%).</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Lógica digital e linguagens HDL.</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b>  Projectar uma CPU,  compreender e avaliar arquitecturas de processadores,  compreender o processo de projecto de um microprocessador,  descrever e identificar os vários tipos de pipeline hazards,  descrever memória virtual e as várias funções de mapeamento de uma memória cache,  projectar uma hierarquia de memória,.</p> <p><b>Bibliografia:</b></p> <p>1) Computer Architecture – A quantitative approach, Hennessy and Patterson.</p> <p>2) Computer Architecture – Pipelined and Parallel Processor Design, Michael Flynn.</p> <p>3) Computer Systems Design and Architecture, Vincent Heuring and Harry Jordan.</p> <p><b>Docente(s):</b> Adriano Tavares</p>	<p><b><u>D000137 – Processors Architecture</u></b></p> <p><b>Regimen:</b> 1<sup>st</sup> Semester</p> <p><b>Type:</b> Elective</p> <p><b>Language of Instruction:</b> Portuguese</p> <p><b>Classroom hours per week:</b> 2</p> <p><b>ECTS Credits:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b></p> <p>Lectures and practical exercises.</p> <p><b>Syllabus:</b> Fundamentals of computer design. Instruction set architectures. Processor design. Control unit and system memory design. Pipeline processor design. Case studies of some 32-bit microcontroller architectures.</p> <p><b>Learning assessment and classification:</b> Final examination (75%) and group project (25%).</p> <p><b>Prerequisites:</b> Digital logic, HDL languages at the undergraduate level.</p> <p><b>Learning outcomes:</b>  To:  understand and evaluate processor architectures,  understand the microprocessor design process,  design a CPU,  describe and distinguish pipeline hazards,  identify several types of hazards in a given code segment,  describe virtual memory and mapping function of cache memory  design a memory hierarchy,</p> <p><b>Bibliography:</b></p> <p>1) Computer Architecture – A quantitative approach, Hennessy and Patterson.</p> <p>2) Computer Architecture – Pipelined and Parallel Processor Design, Michael Flynn.</p> <p>3) Computer Systems Design and Architecture, Vincent Heuring and Harry Jordan.</p> <p><b>Teacher:</b> Adriano Tavares</p>
---	---

<p><b><u>D000141 – Electrónica de Potência</u></b></p> <p><b>Regime:</b> S1</p> <p><b>Tipo:</b> Opcional</p> <p><b>Língua de Instrução:</b> Português</p> <p><b>Horas/Semana:</b> 2</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Métodos de Ensino:</b> Exposição teórica. Apresentação e resolução de problemas. Exercícios extra-aula.</p> <p><b>Programa:</b> Introdução: sistemas de electrónica de potência; revisão dos principais semicondutores de potência; revisão de conceitos básicos sobre circuito eléctricos e magnéticos; simulação de sistemas de electrónica de potência. Conversores de potência genéricos: conversores ca-cc (operando à frequência da rede); conversores cc-cc comutados; conversores cc-ca comutados. Aplicações de Electrónica de Potência: fontes de alimentação comutadas.</p> <p><b>Métodos de Avaliação:</b> Testes e exame final</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Conceitos básicos de Electromagnetismo e de Electrónica.</p> <p><b>Resultados de Aprendizagem:</b>  Conhecer o princípio de funcionamento e principais características dos semicondutores de potência mais importantes.  Reconhecer algumas das ferramentas de simulação de sistemas de electrónica de potência.  Conhecer as topologias dos conversores de potência convencionais.  Analisar o comportamento dos conversores de potência com diferentes tipos de carga.</p> <p><b>Bibliografia:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Power Electronics: Converters, Applications and Design, Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, New York: John Wiley, cop. 1989</li> <li>2. The Power Electronics Handbook, Timothy L. Skvarenina (editor), CRC Press, 2002</li> <li>3. Modern Power Electronics, Evolution, Technology, and Applications, Boze, B. K., IEEE Press, 1992</li> <li>4. Electrónica de Potência, Francis Labrique, João José Esteves Santana, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991</li> <li>5. Power Electronics Technology and Applications, vários autores (selecção de "papers"), IEEE Press, 1993</li> </ol> <p><b>Docente(s):</b> Júlio Martins</p>	<p><b><u>D000141 – Power Electronics</u></b></p> <p><b>Regimen:</b> 1<sup>st</sup> Semester</p> <p><b>Type:</b> Elective</p> <p><b>Language of Instruction:</b> Portuguese</p> <p><b>Classroom hours per week:</b> 2</p> <p><b>ECTS Credits:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b> Lectures, problem posing and solving, homework assignments.</p> <p><b>Syllabus:</b> Introduction: power electronics systems; power semiconductors; overview of electric and magnetic circuits; power electronics systems simulation. Standard power electronics converters: ac-cc converters; commutated cc-cc converters; commutated cc-ac converters. Power electronics applications: switched mode power supplies.</p> <p><b>Learning assessment and classification:</b> Tests and final examination.</p> <p><b>Prerequisites:</b> Basic concepts in Mechanics, Electricity and Magnetism at the undergraduate level.</p> <p><b>Learning Outcomes:</b> To know the operation principle and the main characteristics of some of the more important power semiconductors.  To recognize some of the simulation tools for power electronics systems.  To know the topologies of the conventional power electronics converters.  To analyse the power converters behaviour with several load types.</p> <p><b>Bibliography:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Power Electronics: Converters, Applications and Design, Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, New York: John Wiley, cop. 1989</li> <li>2. The Power Electronics Handbook, Timothy L. Skvarenina (editor), CRC Press, 2002</li> <li>3. Modern Power Electronics, Evolution, Technology, and Applications, Boze, B. K., IEEE Press, 1992</li> <li>4. Electrónica de Potência, Francis Labrique, João José Esteves Santana, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991</li> <li>5. Power Electronics Technology and Applications, several authors (papers selection), IEEE Press, 1993</li> </ol> <p><b>Teacher:</b> Júlio Martins</p>
--	--

<b>Nome da disciplina</b>	<b>Energias Renováveis</b>	<b>Renewable Energy</b>
<b>Course title</b>		
<b>Código da disciplina</b>	D000156	D000156
<b>Course code</b>		
<b>Tipo</b>	Opcional	Elective
<b>Type of course</b>		
<b>Nível</b>	Normal	Normal
<b>Level of course</b>		
<b>Ano</b>	Primeiro	First
<b>Year of study</b>		
<b>Semestre</b>	Primeiro	First
<b>Semester/trimester:</b>		
<b>Créditos ECTS</b>	ECTS 6	ECTS 6
<b>ECTS credits</b>		
<b>Docentes</b>	João Luiz Afonso	João Luiz Afonso
<b>Name of lecturer(s)</b>		
<b>Resultados da aprendizagem</b>	Identificar, distinguir, aplicar e seleccionar os conhecimentos necessários para a utilização de fontes de energia renovável: os equipamentos, os sistemas, as novas tecnologias, as aplicações, e as relações entre a produção e utilização de energia e o meio ambiente.	To identify, distinguish, apply and select the knowledge necessary for renewable energy sources utilization: the equipments, the systems, the new technologies, the applications, and the relationship of the energy production and use with the environment.
<b>Learning outcomes</b>		
<b>Pré-requisitos</b>	Sem pré-requisitos.	None.
<b>Prerequisites</b>		
<b>Programa</b>	Fontes Alternativas de Energia Renovável: Solar, Eólica, Geotérmica, Mares, Mini-Hídricas, Micro-Hídricas, Biomassa. Tecnologia Solar Fotovoltaica e Eólica. Sistemas para optimização de extracção de energia a partir de painéis solares fotovoltaicos e unidades eólicas. Interface de sistemas de energia renovável com a rede eléctrica. Sistemas para armazenamento de energia: baterias, células de combustível, <i>fly-wheel</i> . Racionalização de Energia. Energia e Meio Ambiente.	Alternative Renewable Energy Sources: Solar, Wind Power, Geothermal, Ocean, Mini-Hydrics, Micro-Hydrics, Biomass. Photovoltaic Solar and Wind Power Technologies. Systems to energy extraction optimization from solar and wind power systems. Interface of renewable energy sources with electrical power grid. Energy Storage Systems:: batteries, fuel cells, <i>fly-wheel</i> . Energy Rationalization. Energy and Environment.
<b>Course contents</b>		
<b>Leituras recomendadas</b>	- Energy Recovery and Saving - Giacomo Bisio. - Distributed generation: A tool for power reliability & quality - Ira Krepchin. - Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process – R. Kaufmann. - Wind and Solar Power Systems - Mukund R. Patel, - Renewable Energy - Godfrey Boyle. - Wind Energy Basics: A Guide to Small and Micro Wind Systems - Paul Gipe.	- Energy Recovery and Saving - Giacomo Bisio. - Distributed generation: A tool for power reliability & quality - Ira Krepchin. - Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process – R. Kaufmann. - Wind and Solar Power Systems - Mukund R. Patel, - Renewable Energy - Godfrey Boyle. - Wind Energy Basics: A Guide to Small and Micro Wind Systems - Paul Gipe.
<b>Recommended reading</b>		

<p><b>Métodos de ensino</b></p> <p><b>Teaching methods</b></p> <p><b>Métodos de avaliação</b></p> <p><b>Assessment methods</b></p> <p><b>Língua de instrução</b></p> <p><b>Language of instruction</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solar Economy: Renewable Energy for a Sustainable Global Future - H. Scheer.</li> <li>- PowerDown: Options And Actions For A Post-Carbon World - Richard Heinberg.</li> <li>- Tomorrow's Energy: Hydrogen, Fuel Cells, and the Prospects for a Cleaner Planet - Peter Hoffmann.</li> <li>- Energy Systems and Sustainability - Godfrey Boyle.</li> <li>- Uma lista de Artigos Técnicos dada pelo docente</li> </ul> <p>Aulas teóricas complementadas por trabalhos de laboratório e simulações computacionais</p> <p>Teste Final</p> <p>Inglês ou Português, de acordo com as necessidades ou preferências dos alunos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solar Economy: Renewable Energy for a Sustainable Global Future - H. Scheer.</li> <li>- PowerDown: Options And Actions For A Post-Carbon World - Richard Heinberg.</li> <li>- Tomorrow's Energy: Hydrogen, Fuel Cells, and the Prospects for a Cleaner Planet - Peter Hoffmann.</li> <li>- Energy Systems and Sustainability - Godfrey Boyle.</li> <li>- A list of Technical Papers given by the lecturer</li> </ul> <p>Theoretical classes complemented with laboratory and simulation works</p> <p>Final Test</p> <p>English or Portuguese, according to the students needs or preferences</p>
--	--	---

<b>Disciplina</b> <b>Course name</b>	<b>Sistemas de Transmissão</b>	<b>Transmission Systems</b>
<b>Código</b> <b>Course code</b>	D000157	D000157
<b>Programa Resumido</b> <b>Course contents</b>	Arquitetura da rede pública digital: Multiplexagem, comutação e sinalização; Controlo de tráfego e Qualidade de Serviço. Redes de transporte e de acesso: Hierarquias PDH e SDH (SONET); Aspectos arquitectónicos e funcionais das MAN' e das WAN's; Tecnologias de transmissão dos sistemas de comunicação móveis (DECT, GSM, UMTS); Interligação de Sistemas de alto desempenho (HIPERACCESS e HIPERLINK). Sistemas de transmissão das redes de área local e pessoal	Public Digital Network Architecture: Multiplexing, switching and signalling; Traffic control and Quality of Service. Access and Transport Networks: PDH and SDH (SONET). Hierarchies; architectural and functional aspects of the MAN' and WAN's; Transmission technologies of the mobile communication systems (DECT, GSM, UMTS); Interconnection of High performance Systems (HIPERACCESS e HIPERLINK). Transmission Systems for local and personal area networks.
<b>Pré-Requisitos</b> <b>Prerequisites</b>	Conhecimentos básicos de Electromagnetismo e Teoria das Probabilidades. Conhecimentos sólidos de Processamento de Sinais.	Basic knowledge of Electromagnetics and Probability Theory. Solid knowledge of Signal Processing Theory.
<b>Resultados de Aprendizagem</b> <b>Learning Outcomes</b>	Descrever os módulos funcionais integrantes dos sistemas de transmissão digital. Compreender os processos de multiplexagem e comutação suportados nas hierarquias PDH e SDH (SONET); Implementar funcionalidades e procedimentos protocolares RDIS, RDIS de Banda Larga e ATM; Identificar as diferentes funcionalidades suportadas pelos Sistemas de sinalização; Discutir as características fundamentais dos sistemas de comunicação móveis (DECT, GSM, IMT2000, UMTS); Compreender os mecanismos de Interligação de Sistemas de alto desempenho (FWA, HIPERACCESS, HIPERLAN, WiMAX, WLAN); Identificar as características fundamentais dos Sistemas de transmissão das redes de área local e pessoal (IrDA, Bluetooth).	To describe the integrant functional modules of the digital transmission systems. To understand the supported multiplexing and switching processes within PDH and SDH (SONET) Hierarchies; To implement ISDN, Broadband ISDN and ATM, protocol functionalities and procedures; To identify the different functionalities supported by the signalling systems; To argue the basic features of the mobile communication systems (DECT, GSM, IMT2000, UMTS); To understand the mechanisms of the interconnection of the high performance systems (FWA, HIPERACCESS, HIPERLAN, WiMAX, WLAN); To identify the basic features of the transmission systems of the local and personal area networks (IrDA, Bluetooth).
<b>Bibliografia</b> <b>Recommended reading</b>	Diversos artigos e slides fornecidos pelo professor. T. S. Rappaport, "Wireless Communications - Principles and Practice", 2nd Edition, Prentice Hall, 2002. P. Nicopolitidis, M. S. Obaidat, G. I. Papadimitriou and A. S. Pomportsis, "Wireless Networks", John Wiley & Sons, 2003. B. Bing, "High-Speed Wireless ATM and LANs", Artech House, 2000. M. de Pricker, "Asynchronous Transfer Mode - Solution for Broadband ISDN", 3rd edition, Prentice Hall, 1995. Bluetooth Special Interest Group (SIG), "Specification of the Bluetooth System - Core", February 2001. M. S. Nunes and A. J. Casaca, "Redes Digitais com Integração de Serviços", Editorial Presença, 1992.	Articles and slides distributed by the instructor. T. S. Rappaport, "Wireless Communications - Principles and Practice", 2nd Edition, Prentice Hall, 2002. P. Nicopolitidis, M. S. Obaidat, G. I. Papadimitriou and A. S. Pomportsis, "Wireless Networks", John Wiley & Sons, 2003. B. Bing, "High-Speed Wireless ATM and LANs", Artech House, 2000. M. de Pricker, "Asynchronous Transfer Mode - Solution for Broadband ISDN", 3rd edition, Prentice Hall, 1995. Bluetooth Special Interest Group (SIG), "Specification of the Bluetooth System - Core", February 2001. M. S. Nunes and A. J. Casaca, "Redes Digitais com Integração de Serviços", Editorial Presença, 1992.
<b>Tipo</b> <b>Type</b>	Obrigatória	Compulsory

<b>Docente(s)</b> <b>Teacher(s)</b>	Joaquim Neves	Joaquim Neves
<b>Horas/Semana;</b> <b>Hours/Week</b>	2 horas/semana;	2 hours/week;
<b>Método Ensino</b> <b>Teaching Methods</b>	Aulas Teóricas; discussão de artigos e casos de estudo	Lectures, discussion of articles and case-studies
<b>Método Avaliação</b> <b>Assessment methods</b>	Exame final. Apresentações realizadas pelos alunos	Final exam. Student presentations
<b>Língua Instrução</b> <b>Instruction Language</b>	Português	Portuguese
<b>Créditos ECTS</b> <b>ECTS Credits</b>	6	6

<p><b><u>D000140 – Comunicações Industriais</u></b></p> <p><b>Regime:</b> S1</p> <p><b>Tipo:</b> Opcional</p> <p><b>Língua de Instrução:</b> Português</p> <p><b>Horas/Semana:</b> 2</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Métodos de Ensino:</b> Exposição teórica. Pequenos estudos de pesquisa.</p> <p><b>Programa:</b> O modelo OSI em ambiente industrial / empresarial. Principais topologias e protocolos. Barramentos de campo. Interconexão de redes industriais cableadas e sem fios.</p> <p><b>Métodos de Avaliação:</b> Exame final e pequenos trabalhos temáticos.</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Nenhum.</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b> Reconhecer as principais restrições impostas aos sistemas de comunicação em ambiente industrial; Discutir o estado da arte das principais tecnologias e protocolos. Resolver problemas práticos de projecto.</p> <p><b>Bibliografia:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. “CAN specification”, Philips Semiconductors</li> <li>2. “CAN Physical Layer for Industrial Application”, CiA-CAN in Automation, Draft Standard</li> <li>3. Nissin Francez, Ira R. Forman, “Interacting Processes”, ACM-Press – Addison Wesley</li> <li>4. Tanenbaum, “Computer Networks”, Prentice Hall.</li> </ol> <p><b>Docente(s):</b> Luís Ribeiro</p>	<p><b><u>D000140 – Industrial Communications</u></b></p> <p><b>Regimen:</b> 1<sup>st</sup> Semester</p> <p><b>Type:</b> Elective</p> <p><b>Language of Instruction:</b> Portuguese</p> <p><b>Classroom hours per week:</b> 2</p> <p><b>ECTS Credits:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b> Lectures and short research studies.</p> <p><b>Syllabus:</b> OSI model in industrial/entrepreneurial environment. Main network topologies / protocols. Field buses. Internetworking of fixed/wireless industrial networks.</p> <p><b>Learning assessment and classification:</b> Final examination and short individual thematic studies.</p> <p><b>Prerequisites:</b> None.</p> <p><b>Learning outcomes:</b> Recognize the main constraints of communication systems in industrial environments. To discuss the main state-of-the-art technologies/protocols. To solve practical Industrial Communication design problems.</p> <p><b>Bibliography:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. “CAN specification”, Philips Semiconductors</li> <li>2. “CAN Physical Layer for Industrial Application”, CiA-CAN in Automation, Draft Standard</li> <li>3. Nissin Francez, Ira R. Forman, “Interacting Processes”, ACM-Press – Addison Wesley</li> <li>4. Tanenbaum, “Computer Networks”, Prentice Hall.</li> </ol> <p><b>Teacher:</b> Luís Ribeiro</p>
--	--

<b>Nome da disciplina</b> <b>Course title</b>	<b>Robótica Industrial e de Serviços</b>	<b>Industrial and Service Robotics</b>
<b>Código da disciplina</b> <b>Course code</b>	D000130	D000130
<b>Tipo</b> <b>Type of course</b>	Obrigatória	Mandatory
<b>Nível</b> <b>Level of course</b>	Normal / avançado	Normal / Advanced
<b>Ano</b> <b>Year of study</b>	1º	1st
<b>Semestre</b> <b>Semester/trimester:</b>	2º	2nd
<b>Créditos ECTS</b> <b>ECTS credits</b>	6	6
<b>Docentes</b> <b>Name of lecturer(s)</b>	Estela Bicho, Fernando Ribeiro	Estela Bicho, Fernando Ribeiro
<b>Resultados da aprendizagem</b> <b>Learning outcomes</b>	<p>O curso tem como objectivo habilitar os estudantes com competências que lhes permitam trabalhar nas áreas da Robótica Industrial e de Serviços.</p> <p>Especificamente, após realizar o curso com sucesso os alunos deverão ser capazes de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrever e explicar a evolução histórica da robótica e</li> <li>- Discutir as repercussões sócio-económicas da evolução da robótica, tanto na indústria como na prestação de serviços.</li> <li>- Especificar as condições de segurança da área de trabalho conjunta dos humanos e dos robots (industriais ou de serviço)</li> <li>- Categorizar e discriminar sensores para sistemas robóticos.</li> <li>- Seleccionar os sensores apropriados para uma dada aplicação do sistema robótico.</li> <li>- Categorizar e discriminar diferentes Configurações de robôs manipuladores</li> <li>- Seleccionar um robô manipulador para dada aplicação levando em conta as características do robô e os requisitos da tarefa.</li> <li>- Resolver problemas de cinemática directa e inversa para os manipuladores mais usuais</li> <li>- Programar um robot industrial usando uma linguagem de programação própria.</li> <li>- Definir o que é um robot de serviço.</li> <li>- Classificar os robôs de serviço em termos de aplicações/serviços prestados.</li> <li>- Enumerar diferentes aplicações de robôs</li> </ul>	<p>The general goal is to make students able to work in industrial as service robotics. On successful completion of the course, students should be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Describe and explain the history of robotics</li> <li>- Exemplify different applications of robotic system in industry and services.</li> <li>- Understand and discuss social and economical implications of robotics evolution in industry and servicing.</li> <li>- Categorize and discriminate sensors for robotics systems.</li> <li>- Select appropriate sensors for a certain robotic application.</li> <li>- Categorize and discriminate different configurations of manipulators.</li> <li>- Select a manipulator for a certain application given its characteristics and task requirements.</li> <li>- Solve problems of direct and inverse kinematics for typical robot configurations.</li> <li>- Program an industrial robot using robot programming languages.</li> <li>- Define a service robot and classify it according with the type of service performed.</li> <li>- Describe different applications of servicing robots.</li> <li>- Explain the additional requirements in terms of autonomy and cognition of servicing robots with respect to industrial robots.</li> </ul>

	<p>de serviço.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciar a robótica industrial da robótica de serviços, nomeadamente em termos de autonomia e de cognição exigida aos sistemas robóticos.</li> <li>- Simular uma arquitectura de control para um robot de serviço (e.g. navegação de um veículo autónomo).</li> <li>- Simular uma arquitectura de control simples para um sistema multi-robot (e.g. transporte cooperativo de um objecto)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- simulate a control architecture for a servicing robot (e.g. autonomous navigation).</li> <li>- simulate a control architecture for a multi-robot system (e.g. joint transportation of an object)</li> </ul>
<b>Pré-requisitos</b> <b>Prerequisites</b>	Conhecimento de controlo automático, equações diferenciais e análise numérica.	Background in automatic control, differential equations and numerical analysis.
<b>Programa</b> <b>Course contents</b>	<p><b>1. Introdução</b></p> <p>Introdução e breve história da robótica. Robots manipuladores e veículos Aplicações – na industria e de serviços. vídeos de aplicações na industria e na área de serviços</p> <p><b>2. Sensores, medidas e percepção</b> Sensores internos e externos Sistemas de visão</p> <p><b>3. Robótica Industrial</b> Definição de robô industrial Configuração de robôs manipuladores – cartesiana, cilíndrica, polar, de braço Componentes – Actuadores, elementos de transmissão e “end-effectors” Características – precisão, repetibilidade, velocidade Localização e posição – cinemática directa e inversa Tipos de programação – on-line, off-line Interface com o utilizador Uma introdução às linguagens de programação Calibração de robôs de braço Simulação (workspace) Segurança Aspectos Sócio-Económicos.</p> <p><b>4. Robótica de serviços</b> Dos robots na industria para os robots de serviço: necessidade de autonomia, inteligência e cognição. Robots de serviço: definição e classificação Robótica de serviços: um mercado emergente Exemplos de aplicações: limpeza, manutenção, ambientes hospitalares, cirurgia, vigilância, recepcionistas, guias, exploração, etc. Aspectos importantes no design e</p>	<p><b>1. Introduction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction and history of robotics.</li> <li>• Manipulators and vehicles</li> <li>• Industrial and servicing applications</li> <li>• Videos with applications</li> </ul> <p><b>2. Sensors, measurement and perception</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Internal and external sensors</li> <li>• Vision systems</li> </ul> <p><b>3. Industrial Robotics</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition of an industrial robot.</li> <li>• Manipulator arms: cartesian, cylindrical, polar, and parallel.</li> <li>• Components – Actuators, transmission elements and end-effectors</li> <li>• Characteristics: precision, repeatability, velocity.</li> <li>• Position and localization – Direct and inverse kinematics</li> <li>• On-line and off-line programming</li> <li>• Interfaces with the user</li> <li>• Introduction to programming languages</li> <li>• Simulation (WorkSpace),</li> <li>• Calibration,</li> <li>• Safety,</li> <li>• Social and Economics Aspects.</li> </ul> <p><b>4. Service robotics</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• From robots in industry to service robots: autonomy, intelligence and cognition.</li> <li>• Definition and classification of service robots</li> <li>• Service robotics: an emergent market</li> <li>• Application examples: cleaning, maintenance, hospitals, chirurgic, surveillance, receptionist, guides, search, exploration, etc.</li> <li>• Important factors for the design and implementation of service robots.</li> <li>• Security in service robotics</li> </ul>

	<p>implementação de robôs de serviço  Questões de segurança na robótica de serviços  Impactos sociais da robótica de serviços  Interfaces homem-máquina para os robots de serviço: sistemas de reconhecimento de fala, interacção gestual: "sign language"</p> <p><b>5. Arquitecturas de controlo</b>  O problema. Abordagem clássica e a abordagem comportamental: Pontos fortes e limitações.  Sistemas dinâmicos para o controlo de robots autónomos: Introdução à teoria qualitativa de sistemas dinâmicos: Definição de sistema dinâmicos; exemplos ligados aos circuitos eléctricos, movimento de corpos e robótica; sistemas lineares e não lineares; pontos fixos, pontos de equilíbrio ou estados de um sistema dinâmico; estabilidade de pontos fixos; atractores e repulsores; funções de Lyapunov; pontos fixos estáticos e pontos fixos dinâmicos; bifurcações. Exemplos.  Modelização de arquitecturas de controlo simples: planeamento de trajectórias e controlo do movimento sem colisões.  Modelização de arquitecturas de controlo para robôs flutuantes: controlo da navegação de um dirigível.  Modelização de arquitecturas de controlo para sistemas robóticos multi-agente: coordenação e cooperação. Exemplos: navegação em formação, transporte cooperativo de objectos, cooperação homem-robô.  Simulação das arquitecturas de controlo usando um simulador em matlab para sistemas robóticos. (Aulas de Laboratório)  Vídeos de robôs autónomos desenvolvidos pela equipa docente e colaboradores (robôs móveis e antropomórficos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Social and economical impact of service robots</li> <li>• Human-machine interaction for service robots: speech recognition, sign language.</li> </ul> <p><b>5. Control architectures</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The problem. Classical approach and behavior based approaches.</li> <li>• Dynamical systems and its application to the control of autonomous robots: Introduction to the qualitative theory of dynamical systems, linear and non-linear systems, fixed points, stability of fixed points, static fixed points, moving fixed points, Lyapunov functions.</li> <li>• Design of control architectures for single robot systems: motion planning and control free of collisions.</li> <li>• Design of control architectures for floating robots.</li> <li>• Design of control architectures for multi-robot systems: robot formations, cooperative object transportation, human-robot cooperation.</li> <li>• Simulation of control architectures for autonomous robots using a MatLab simulator for robotic systems (Lab classes).</li> <li>• Implementation of the control architectures on robotic platforms (practical work).</li> <li>• Demos (mobile robots, anthropomorphic robots) and discussions</li> </ul>
<p><b>Leituras recomendadas</b>  <b>Recommended reading</b></p>	<p>Acetatos das aulas, Fernando Ribeiro  Introduction to Robotics - McKerrow, Addison Wesley  "O Uso de Sistemas Dinâmicos no Controlo de Robôs Autónomos", Estela Bicho.  "Invitation to dynamical systems", Edward Scheinerman, Prentice Hall, ISBN 0-13-185000-8.  "Dynamic Approach to Behavior Based</p>	<p>Workbook of theoretical lessons from Fernando Ribeiro  Introduction to Robotics - McKerrow, Addison Wesley  "Invitation to dynamical systems", Edward Scheinerman, Prentice Hall, ISBN 0-13-185000-8.  "Dynamic Approach to Behavior Based robotics: design, specification, analysis,</p>

	<p>robotics: design, specification, analysis, simulation and implementation”, Estela Bicho, Shaker Verlag, Aachen, ISBN 3-8265-7462-1 (existem na biblioteca 10 exemplares).</p> <p>Acetatos das aulas; Estela Bicho.</p> <p>“Mobile Robots – Inspiration to Implementation”, Joseph Jones, Anita Flynn, A.K. Peters, ISBN 1-56881-011-3</p> <p>IEEE Transaction on Robotics and Automation</p> <p>IEEE Transaction on Robotics Autonomous Robots</p>	<p>simulation and implementation”, Estela Bicho, Shaker Verlag, Aachen, ISBN 3-8265-7462-1</p> <p>Lectures’ overheads by Estela Bicho.</p> <p>“Mobile Robots – Inspiration to Implementation”, Joseph Jones, Anita Flynn, A.K. Peters, ISBN 1-56881-011-3</p> <p>IEEE Transaction on Robotics and Automation</p> <p>IEEE Transaction on Robotics Autonomous Robots</p>
<p><b>Métodos de ensino</b> <b>Teaching methods</b></p>	<p>Aulas teóricas (2h/semana), laboratório (2h/semana). Exercícios escritos. Trabalhos práticos. Visitas de Estudo.</p>	<p>Lectures (2h/week). Practical work and written exercises (2h/week). Study visits.</p>
<p><b>Métodos de avaliação</b> <b>Assessment methods</b></p>	<p>30% Exame parte de robótica industrial + 30% Exame parte de robótica de serviços+ 40% Trabalho prático.</p>	<p>30% Industrial robotics Exam + 30% Services robotics Exam + 40% Practical work</p>
<p><b>Língua de instrução</b> <b>Language of instruction</b></p>	<p>Português / Inglês</p>	<p>Portuguese / English</p>

<p><b>D000129 – Sistemas de Tempo Real</b></p> <p><b>Regime:</b> S2</p> <p><b>Tipo:</b> Obrigatória</p> <p><b>Língua de Instrução:</b> Português</p> <p><b>Horas/Semana:</b> 2</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Métodos de Ensino:</b> Exposição teórica. Apresentação e resolução de problemas. Exercícios extra-aula.</p> <p><b>Programa:</b> Introdução aos sistemas embebidos. Desenvolvimento de sistemas embebidos. Sua inicialização. Análise e projecto de sistemas de tempo real. Sistemas multi-tarefa. Projecto de sistemas operativos de tempo real. Optimização e 'debug' de sistemas de tempo real.</p> <p><b>Métodos de Avaliação:</b> Exame final (75%) e projecto de grupo (25%)</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Conhecimentos de arquitectura de computadores, linguagens de programação e controlo digital.</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b>  Projectar e implementar sistemas de tempo real;  Projectar sistemas operativos de tempo real;  programação híbrida usando assembly e C/C++,  compreender e implementar estratégias de gestão da Heap,  Compreender o ambiente de desenvolvimento cross-plataform,  Compreender o processo de inicialização de sistemas embebidos.</p> <p><b>Bibliografia:</b></p> <p>[1] Computer as Components, Wayne Wolf.  [2] Applying Operating System Concepts, Abraham Silberschatz.  [3] Real-Time Programming: A Guide to 32-Bit Embedded Development, Rick Grehan.</p> <p><b>Docente(s):</b> Adriano Tavares</p>	<p><b>D000129 – Real-Time Systems</b></p> <p><b>Regimen:</b> 2<sup>nd</sup> Semester</p> <p><b>Type:</b> Mandatory</p> <p><b>Language of Instruction:</b> Portuguese</p> <p><b>Classroom hours per week:</b> 2</p> <p><b>ECTS Credits:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b>  Lectures and practical problems.</p> <p><b>Syllabus:</b> Introduction to embedded systems. Development of embedded systems. Embedded system initialization. Analysis and design of real-time systems. Multitasking. Designing real-time operating systems. Real-time systems debugging and optimization.</p> <p><b>Learning assessment and classification:</b> Final examination (75%) and group project (25%).</p> <p><b>Prerequisites:</b> Knowledge on computer architecture, programming languages, digital control at the undergraduate level.</p> <p><b>Learning outcomes:</b>  To design and implement real-time systems,  To design real-time operating systems, mixing C/C++ and assembly code,  To understand and implement heap management for real-time systems,  To understand cross-plataform environment,  To understand embedded system initialization</p> <p><b>Bibliography:</b></p> <p>[4] Computer as Components, Wayne Wolf.  [5] Applying Operating System Concepts, Abraham Silberschatz.  [6] Real-Time Programming: A Guide to 32-Bit Embedded Development, Rick Grehan.</p> <p><b>Teacher:</b> Adriano Tavares</p>
--	--

<p><b><u>D000131 – Projecto 2</u></b></p> <p><b>Regime:</b> S2</p> <p><b>Tipo:</b> Obrigatória</p> <p><b>Língua de Instrução:</b> Português ou Inglês</p> <p><b>Horas/Semana:</b> 4</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Métodos de Ensino:</b> Os docentes estão disponíveis durante as horas lectivas para apresentar os projectos a realizar, as ferramentas a usar, esclarecer dúvidas e orientar os alunos na execução do projecto.</p> <p><b>Programa:</b> Os temas de projecto são apresentados pelos docentes das disciplinas. É possível a existência de temas individuais de projecto.</p> <p><b>Métodos de Avaliação:</b> Relatórios escritos e apresentações orais.</p> <p><b>Pré-requisitos:</b> Os mesmos que os das disciplinas que fornecem os temas para o trabalho laboratorial.</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b> Como em Projecto 1.</p> <p><b>Bibliografia:</b> Como nos pré-requisitos.</p>	<p><b><u>D000131 – Project 2</u></b></p> <p><b>Regimen:</b> 2<sup>nd</sup> Semester</p> <p><b>Type:</b> Mandatory</p> <p><b>Language of Instruction:</b> Portuguese</p> <p><b>Classroom hours per week:</b> 2</p> <p><b>ECTS Credits:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b> Teachers are available during classroom hours for introducing projects and tools and for student orientation and support along the project's execution</p> <p><b>Contents:</b> Project themes are presented by teachers. It is possible that some project themes are for only one student.</p> <p><b>Learning assessment and classification:</b> Written reports with oral presentations.</p> <p><b>Prerequisites:</b> Similar to the theoretical courses from which project themes are taken.</p> <p><b>Learning outcomes:</b> As in Project 2.</p> <p><b>Bibliography:</b> As in prerequisites.</p>
---	---

<b>Nome da disciplina</b> <b>Course title</b>	<b>Sistemas de Produção</b>	<b>Production Systems</b>
<b>Código da disciplina</b> <b>Course code</b>	D000158	D000158
<b>Tipo</b> <b>Type of course</b>	Opcional	Elective
<b>Nível</b> <b>Level of course</b>	Normal	Normal
<b>Ano</b> <b>Year of study</b>	Primeiro	First
<b>Semestre</b> <b>Semester/trimester:</b>	Segundo	Second
<b>Créditos ECTS</b> <b>ECTS credits</b>	6	6
<b>Docentes</b> <b>Name of lecturer(s)</b>	Sílvio do Carmo Silva	Sílvio do Carmo Silva
<b>Resultados da aprendizagem</b> <b>Learning Outcomes</b>	<p>Descrever e diferenciar as configurações físicas, e operacionais fundamentais de Sistemas de Produção e a sua aplicação no contexto do ambiente de procura e mercado.</p> <p>Aplicar os princípios e metodologias estudadas no projecto planeamento e controlo de sistemas de produção</p> <p>Medir o desempenho industrial de sistemas de produção.</p> <p>Reconhecer a transversalidade dos métodos estudados para aplicação em ambientes industriais diversificados incluindo a produção de bens de equipamento e de consumo e a área dos Serviços.</p> <p>Exprimir-se bem por escrito e oralmente e comunicar bem numa linguagem técnica correcta, reconhecendo, ainda, dialectos técnicos, usados na prática industrial, no domínio da Organização e Gestão da Produção ou Industrial</p>	<p>Describe compare and distinguish fundamental physical and operational configurations of manufacturing Systems and their application under varying market requirements.</p> <p>Apply the principles and methods studied to the design, planning and control of manufacturing systems</p> <p>Measure Manufacturing Systems Performance</p> <p>Recognize the capability of the studied approaches and methods for solving organization and system design problems in several industrial environments, including both, production of discrete goods and of services.</p> <p>Communicate well, in writing and orally, using standard technical language. Understand technical "dialects" used in practice, towards good communication.</p>
<b>Pré-requisitos</b> <b>Prerequisites</b>	Nenhuns	None
<b>Programa</b> <b>Course contents</b>	<p>Introdução conceptual aos sistemas de produção.</p> <p>Abordagens clássicas e recentes à produção e aos sistemas de produção, incluindo produção celular, "lean", ágil, flexível e sistemas virtual de produção.</p> <p>Produção JIT, MRP, OPT-DBR e mecanismos push e pull de controlo da actividade produtiva.</p> <p>Avaliação do desempenho de sistemas de produção</p>	<p>Conceptual introduction to production systems.</p> <p>Classical and modern approaches to production, including cellular, lean, agile, flexible and virtual manufacturing systems.</p> <p>JIT Production, MRP, OPT-DBR and push and pull mechanisms for Production Activity Control.</p> <p>Performance evaluation of production systems</p>
<b>Leituras recomendadas</b> <b>Recommended reading</b>	<p>Vollmann, T. E., Berry, W. L. and Whybark, D. C. , (1997). "Manufacturing Planning and Control Systems". McGraw-Hill.</p> <p>Suri, R. (1998), "Quick Response Manufacturing", Productivity Press.</p>	<p>Vollmann, T. E., Berry, W. L. and Whybark, D. C. , (1997). "Manufacturing Planning and Control Systems". McGraw-Hill.</p> <p>Suri, R. (1998), "Quick Response Manufacturing", Productivity Press.</p>
<b>Métodos de ensino</b> <b>Teaching methods</b>	Avaliação-diagnóstico do conhecimento dos alunos	Diagnostic assessment of students' knowledge on the topics of the course.

<p><b>Métodos de avaliação</b> <b>Assessment methods</b></p> <p><b>Língua de instrução</b> <b>Language of instruction</b></p>	<p>Um ou dois seminários de visão geral sobre abordagens modernas à produção e aos sistemas de produção</p> <p>Pequenos projectos cobrindo os tópicos ou temas da disciplina ou descrevendo casos industriais relevantes</p> <p>Apoio tutorial no desenvolvimento dos projectos e preparação de relatórios e apresentações.</p> <p>Avaliação dos trabalhos de grupo (65%)</p> <p>Exame escrito sobre os assuntos focados nos seminários e nos projectos apresentados nas aulas (25%)</p> <p>Participação e envolvimento dos alunos nas aulas (10%)</p> <p>Português ou Inglês</p>	<p>One or two seminars for general overview of modern approaches to production and production systems.</p> <p>Small team projects covering main course topics or describing industrial relevant cases, with scheduled presentations in the class room.</p> <p>Tutorial support to the small projects development, including reporting, presentation.</p> <p>Project team evaluation (65%)</p> <p>Written examination based on seminars and project team reports and presentations (25%)</p> <p>Involvement in the class room (10%)</p> <p>Portuguese or English</p>
---	---	---

**D000150 – Aprendizagem por Reforço****Regime:** S1**Tipo:** Opcional**Língua de Instrução:** Português ou Inglês**Horas/Semana:** 2**Créditos ECTS:** 6**Métodos de Ensino:** Exposição teórica. Apresentação e resolução de problemas. Exercícios extra-aula.**Programa:** Aprendizagem por reforço. Conceitos e formalismo matemático. Funções de valor e de acção-estado. Métodos de aprendizagem e seus parâmetros. Aproximadores de funções. Casos de estudo de aplicação a problemas de controlo.**Métodos de Avaliação:** Testes e exame final.**Pré-requisitos:** D000125 Controlo por Computador. Noções elementares de probabilidade.**Resultados da aprendizagem:** Compreender a aprendizagem realizada por um agente num dado ambiente como um problema de maximização de um critério.  
Modelizar o ambiente e o agente por modelos discretos markovianos.  
Aplicar os algoritmos Sarsa ou Q-learning na resolução de um problema de controlo.**Bibliografia:** R. Sutton, A. Barto (1998): "Reinforcement Learning: An introduction", MIT Press.**Docente(s):** Paulo Garrido**D000150 – Reinforcement Learning****Regimen:** 2<sup>nd</sup> Semester**Type:** Elective**Language of Instruction:** Portuguese or English**Classroom hours per week:** 2**ECTS Credits:** 6**Teaching Methods:**

Lectures, presentation and resolution of problems, homework assignments.

**Syllabus:** Reinforcement learning. Concepts and mathematical formalism. Value and action-state functions. Learning methods. Function approximators. Case studies of application to control problems.**Learning assessment and classification:** Tests and final examination.**Prerequisites:** D000125 Computer Control. Probabilities at the undergraduate level.**Learning outcomes:** To understand learning as a problem of maximisation.  
To model the agent and the environment as a discrete Markovian model.  
To apply the Sarsa and Q-learning algorithms in solving a control problem.**Bibliography:** R. Sutton, A. Barto (1998): "Reinforcement Learning: An introduction", MIT Press.Teacher: **Paulo Garrido**

<b>Nome da disciplina</b>	<b>Algoritmos de Inspiração Biológica</b>	<b>Biologically Inspired Algorithms</b>
<b>Course title</b>		
<b>Código da disciplina</b>	D000159	D000159
<b>Course code</b>		
<b>Tipo</b>	Opcional	Elective
<b>Type of course</b>		
<b>Nível</b>	Avançada	Advanced
<b>Level of course</b>		
<b>Ano</b>	Primeiro	First
<b>Year of study</b>		
<b>Semestre</b>	Segundo	Second
<b>Semester/trimester:</b>		
<b>Créditos ECTS</b>	ECTS 6	ECTS 6
<b>ECTS credits</b>		
<b>Docentes</b>	Cristina Santos	Cristina Santos
<b>Name of lecturer(s)</b>		
<b>Resultados da aprendizagem</b>	1– Descrever, distinguir e propor algoritmos de inspiração biológica que permitem desenhar, projectar, avaliar e resolver problemas de Inteligência Artificial, com uma ênfase particular na robótica.	1- Describe, distinguish and propose the most appropriate biologically inspired algorithms to draw, design, evaluate and solve Artificial Intelligence problems, with a particular emphasis on robotics.;
<b>Learning outcomes</b>	2 - Recolher e interpretar os conhecimentos, métodos e técnicas que permitem desenhar, projectar, simular e desenvolver controlo motor de movimentos de braços aplicando os sistemas dinâmicos não-lineares para a geração de trajectórias ou controlo de juntas;	2- Collect and interpret the knowledge, methods and techniques to draw, design, simulate and develop arm motor control applying non-linear dynamical systems for trajectory generation or joint control;
	3- Recolher, interpretar e examinar os problemas que necessitam de ser resolvidos na locomoção de robôs com pernas e na geração de diferentes tipos de andamentos;	3 - Collect, interpret and evaluate the problems that need to be solved in legged robot locomotion and the different types of gaits;
	4 - Listar, especificar, desenvolver e projectar os geradores de trajectórias e os PIDs necessários para o controlo da locomoção;	4- Specify, develop and design the trajectory generator and PID controllers required for locomotion control;
<b>Pré-requisitos</b>	Conhecimento de equações diferenciais e análise numérica ao nível de licenciatura. É também desejável algum conhecimento ao nível da licenciatura de controlo de sistemas lineares em tempo contínuo.	Knowledge of differential equations and numerical analysis at the undergraduate level. It is also advised some knowledge at the undergraduate level of linear control systems in continuous time.
<b>Prerequisites</b>		
<b>Programa</b>	- Bio-engenharia reversa: Compreensão da forma como a inspiração em sistemas biológicos pode trazer contribuições úteis para o projecto de artefactos de engenharia. O caso concreto de algoritmos adaptativos e novos métodos de projecto para a robótica	- Reverse bioengineering: how inspiration from biology can bring useful contributions to the design of engineering artefacts. The case of adaptive algorithms and design principles for robotics.
<b>Course contents</b>		- Biologically inspired motor systems: central pattern generators (CPGs) for

<p><b>Leituras recomendadas</b> <b>Recommended reading</b></p> <p><b>Métodos de ensino</b> <b>Teaching methods</b></p> <p><b>Métodos de avaliação</b> <b>Assessment methods</b></p> <p><b>Língua de instrução</b> <b>Language of instruction</b></p>	<p>- Sistemas motores inspirados em sistemas motores biológicos: geradores centrais de padrões (CPGs) para a locomoção e controlo motor de movimentos de braços.</p> <p>- Algoritmos genéricos inspirados em Sistemas biológicos: breve revisão das redes neuronais artificiais e a utilização de sistemas dinâmicos não-lineares na modelização de CPGs. O papel dos algoritmos evolucionários (caso específico dos genéticos) como uma ferramenta de ajuda noutras metodologias de projecto.</p> <p>- Aplicação dos sistemas dinâmicos não-lineares ao controlo e geração da locomoção bípede.</p> <p>Schaal, S (2002) <i>Arm and hand movement control</i>, In: Arbib MA (ed) <i>The handbook of brain theory and neural networks</i>, 2<sup>nd</sup> edition, MIT Press, Cambridge, MA, pp 110-113; S Schaal, S Kotosaka, and D Sternad. <i>Nonlinear dynamical systems as movement primitives</i>. In <i>IEEE International Conference on Humanoid Robotics</i>, Cambridge, MA, 200; M H Raibert. <i>Legged robots that balance</i>. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; Santos, Cristina, <i>Attractor dynamics based generation of timed robotic trajectories</i>, PhD Thesis, November 2003; Ijspeert A.J., Nakanishi J., Schaal S.: <i>Learning Rhythmic Movements by Demonstration using Nonlinear Oscillators</i>, <i>Proceedings of the IEEE/RSJ Int. Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2002)</i>, 2002, pp 958-963</p> <p>Aulas com resolução de problemas e trabalhos de casa. Integração em projecto.</p> <p>Exame final</p> <p>Português/Inglês.</p>	<p>locomotion, motor control of arm movements.</p> <p>- Biologically inspired algorithms: brief review of artificial neural networks and non-linear dynamical systems modelling CPGs. The role of evolutionary algorithms (specifically, genetic algorithms) as a tool for helping other design methodologies:</p> <p>- The non-linear dynamical systems as tools for the control and generation of biped locomotion.</p> <p>Schaal, S (2002) <i>Arm and hand movement control</i>, In: Arbib MA (ed) <i>The handbook of brain theory and neural networks</i>, 2<sup>nd</sup> edition, MIT Press, Cambridge, MA, pp 110-113; S Schaal, S Kotosaka, and D Sternad. <i>Nonlinear dynamical systems as movement primitives</i>. In <i>IEEE International Conference on Humanoid Robotics</i>, Cambridge, MA, 200; M H Raibert. <i>Legged robots that balance</i>. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1986; Santos, Cristina, <i>Attractor dynamics based generation of timed robotic trajectories</i>, PhD Thesis, November 2003; Ijspeert A.J., Nakanishi J., Schaal S.: <i>Learning Rhythmic Movements by Demonstration using Nonlinear Oscillators</i>, <i>Proceedings of the IEEE/RSJ Int. Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2002)</i>, 2002, pp 958-963</p> <p>Lectures, presentation and problems resolution, homework assignments.</p> <p>Final Exam</p> <p>Portuguese / English</p>
--	---	--

<p><b>Course title: Projecto de Controladores Específicos</b></p> <p><b>Course code:</b> D000134</p> <p><b>Type of course:</b> Obrigatória</p> <p><b>Nível do curso:</b> Avançado.</p> <p><b>Year of study:</b> Primeiro.</p> <p><b>Semester/trimester:</b> Semestre.</p> <p><b>Number of credits allocated:</b> 6</p> <p><b>Name of lecturer:</b> Carlos Silva.</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b> Com a conclusão desta disciplina, o aluno deve ser capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- identificar e explicar os vários esquemas de temporização;</li> <li>- avaliar o impacto das características do ISA no desenho do caminho de dados e da unidade de controlo.</li> <li>- seleccionar a tecnologia de implementação mais adequada;</li> <li>- projectar um controlador, tendo em conta requisitos específico da aplicação;</li> <li>- identificar e aplicar as técnicas mais adequadas na verificação do projecto.</li> </ul> <p><b>Pré-requisitos:</b> Conhecimento em arquitectura de computadores.</p> <p><b>Syllabus:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esquemas de temporização. <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Atraso de propagação</li> <li>ii. Tipos de clocking: single rank e dual rank.</li> <li>iii. Estimação do atraso do relógio (clock skew, clock jitter, setup time e hold time).</li> <li>iv. Single phase e multiple phase.</li> <li>v. Self-timed circuits.</li> </ol> </li> <li>2. Projecto do conjunto de instruções e do CPU dedicado. <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Projecto do CPU</li> <li>ii. Conjunto de Instruções</li> <li>iii. Circuito de dados</li> <li>iv. ALU</li> <li>v. Unidade de Controlo: Hardwired e Microcódigo.</li> <li>vi. Temporização dos estágios do pipeline <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estimação do número óptimo de estágios.</li> <li>2. Quantificação do ciclo.</li> <li>3. Wave pipelining.</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>3. Tecnologias de Implementação em: <ol style="list-style-type: none"> <li>vii. ROM</li> <li>viii. PLA</li> <li>ix. PAL</li> </ol> </li> </ol>	<p><b>Course title: Design of Application Specific Hardware Controllers</b></p> <p><b>Course code:</b> D000134</p> <p><b>Type of course:</b> Mandatory</p> <p><b>Level of course:</b> Advanced.</p> <p><b>Year of study:</b> First.</p> <p><b>Semester/trimester:</b> Semester.</p> <p><b>Number of credits allocated:</b> 6</p> <p><b>Name of lecturer:</b> Carlos Silva.</p> <p><b>Learning outcomes:</b> In the conclusion of this course, the student should be able:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to identify and to explain the several clocking schemes;</li> <li>- to evaluate the effect of the ISA in the design of the datapath and of the control unity;</li> <li>- to select the implementation technology more suitable;</li> <li>- to design a controller, taking into account the requirements of the application;</li> <li>- to identify and apply suitable techniques in the verification and validation of the design.</li> </ul> <p><b>Prerequisites:</b> Knowledge on computer architecture.</p> <p><b>Syllabus:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clocking Schemes. <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Propagation delay.</li> <li>ii. Types of clocking: single rank and dual rank.</li> <li>iii. Clocking propagation delay estimation (clock skew, clock jitter, setup time and hold time).</li> <li>iv. Single phase and multiple phase.</li> <li>v. Self-timed circuits.</li> </ol> </li> <li>2. Design of the instruction set and of the dedicated CPU. <ol style="list-style-type: none"> <li>xii. Design of the CPU.</li> <li>xiii. Instruction set.</li> <li>xiv. Datapath.</li> <li>xv. ALU</li> <li>xvi. Control Unit: hardwiring and microcode.</li> <li>xvii. Timing of the pipeline stages. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estimating the optimum number of stages.</li> <li>2. Cycle time.</li> <li>3. Wave pipelining.</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>3. Implementation technology: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ROM</li> <li>2. PLA</li> </ol> </li> </ol>
--	--

<p>x. CPLD xi. FPGA</p> <p>4. Implementação de um CPU usando uma linguagem HDL.</p> <p>5. Tópicos sobre verificação e validação do controlador.</p> <p><b>Recommended reading:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of Digital Logic and Microcomputer Design: Includes Verilog &amp; VHDL, Mohamed Rafiquzzaman.</li> <li>• Digital Integrated Circuits, Jan Rabaey,</li> <li>• Application Specific Integrated Circuits, Michael John Smith.</li> </ul> <p><b>Teaching Methods:</b> Aulas teóricas com análise de</p> <p><b>Assessment methods:</b> Exame final.</p> <p><b>Language of instruction:</b> Português / Inglês.</p>	<p>3. PAL 4. CPLD 5. FPGA</p> <p>4. Using a HDL to implement the CPU.</p> <p>5. Topics on verification and validation of the CPU.</p> <p><b>Recommended reading:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of Digital Logic and Microcomputer Design: Includes Verilog &amp; VHDL, Mohamed Rafiquzzaman.</li> <li>• Digital Integrated Circuits, Jan Rabaey,</li> <li>• Application Specific Integrated Circuits, Michael John Smith.</li> </ul> <p><b>Teaching Methods:</b> Lectures with case studies.</p> <p><b>Assessment methods:</b> Written exam.</p> <p><b>Language of instruction:</b> Portuguese / English.</p>
--	---

<p><b><u>D000150 – Visão por Computador</u></b></p> <p><b>Regime:</b> S1</p> <p><b>Tipo:</b> Opcional</p> <p><b>Língua de Instrução:</b> Português</p> <p><b>Horas/Semana:</b> 2</p> <p><b>Créditos ECTS:</b> 6</p> <p><b>Métodos de Ensino:</b> Exposição teórica. Apresentação e resolução de problemas. Exercícios extra-aula.</p> <p><b>Programa:</b></p> <p>Formação de Imagem e Aquisição: Técnicas de Iluminação, Óptica, Sistemas de Aquisição, Imagem Digital (Resolução espacial, Resolução tonal, Conectividade e Métricas).</p> <p>Representação de Imagem: Espaços de cor, Transformação de espaços de cor.</p> <p>Calibração dos sistemas de visão / Restauração de imagem: Correção de distorções, Correção de focagem, Calibração e correspondência dimensional, Eliminação de ruído repetitivo, Correção de intensidade da resposta do sensor.</p> <p>Melhoramento de Imagem: Operações sobre imagens (Ponto-a-Ponto, Operações Locais, Operações Globais), Remoção de ruído (Combinação de imagens, Filtros espaciais, Filtros no domínio das frequências), Segmentação (Histograma, Binarização, Extração de Regiões), Operações Morfológicas.</p> <p>Análise de Imagem: Codificação e representação de regiões (rle, chain code, Aproximações poligonais), Análise dimensional.</p> <p>Reconhecimento de Padrões: Métodos Sintáticos. Métodos recorrendo a técnicas de Soft Computing.</p> <p>Análise de Textura: Transformada de <i>wavelets</i>. Análise fractal. Mapas de interação de pares de <i>pixels</i>.</p> <p>Análise de cor: Percepção da cor pelo sistema de Visão Humano. Medição de cor. Variação de cor. Calibração dos sistemas de visão por computador.</p> <p>Aquisição 3D: Técnicas de luz estruturada. Técnicas por Múltiplas-imagens.</p> <p>Análise de movimento: Optic flow, .</p> <p>Apresentação e Discussão de Casos: Exemplos em sectores industriais nacionais, critérios para selecção de soluções.</p> <p><b>Métodos de Avaliação:</b> Testes e exame final</p>	<p><b><u>D000150 – Computer Vision</u></b></p> <p><b>Regimen:</b> 2<sup>nd</sup> Semester</p> <p><b>Type:</b> Elective</p> <p><b>Language of Instruction:</b> Portuguese</p> <p><b>Classroom hours per week:</b> 2</p> <p><b>ECTS Credits:</b> 6</p> <p><b>Teaching Methods:</b> Lectures and problems resolution.</p> <p><b>Syllabus:</b></p> <p>Image acquisition and formation: illumination techniques, optics, acquisition systems, digital image (spatial resolution, tonal resolution, connectivity and metrics).</p> <p>Image representation: monochrome vs. colour images.</p> <p>Calibration of the vision system / image restoration: distortion correction, focus correction, calibration and dimensional correspondence, removal of repetitive noise, sensor response, and intensity correction.</p> <p>Image improvement: image operations algorithms (point-to-point, local and global operations), noise removal techniques (images combination, spatial filters, filters in the frequency domain), image segmentation (histogram, binarization, regions extraction), and morphological operators.</p> <p>Image analysis: region encoding and representation techniques (rle, Chain code, polygons), blob analysis.</p> <p>Pattern recognition / classifiers: syntactic methods, Bayes rule, soft computing algorithms, neural networks.</p> <p>Texture analysis: wavelets transform, fractal analysis, feature base interaction maps.</p> <p>Colour analysis: colour space transforms, colour perception, colour calibration, colour segmentation.</p> <p>3D acquisition: structural light techniques, multi-images approaches.</p> <p>Pose Estimation: Motion analysis, optical flow, Kalman filter.</p> <p>Discussion of industrial cases.</p> <p><b>Learning assessment and classification:</b> Tests and final examination.</p>
--	--

<p><b>Pré-requisitos:</b> Conhecimentos básico de processamento digital de sinal.</p> <p><b>Resultados da aprendizagem:</b></p> <p>O aluno deve ser capaz de analisar um problema específico de visão por computador (ex. Problema de inspeção de materiais) e identificar os diferentes desafios tecnológicos subjacentes quer ao nível das soluções de hardware quer ao nível dos algoritmos.</p> <p>O aluno deve ser capaz de avaliar as diferentes soluções tecnológicas ao nível da: iluminação, óptica, hardware de aquisição de imagem (cartas de aquisição e câmaras) e hardware de processamento de imagem.</p> <p>O aluno deve ser capaz de identificar, discutir e avaliar as seguintes técnicas de processamento e análise de imagem: análise de textura, segmentação de regiões, remoção de ruído e extracção de características.</p> <p>O aluno deve ser capaz de implementar as seguintes operações de processamento e análise de imagem: manipulação do histograma, filtro média, filtro mediana, filtro laplaciano e filtro gradiente, blob-coloring, extracção das características área, perímetro, e momentos de primeira e segunda ordem e matriz de co-ocorrência.</p> <p><b>Bibliografia:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Transparências e demais documentação utilizada pelos docentes no apoio à disciplina.</li> <li>2- Rafael C. Gonzalez; Richard E. Woods; "Digital Image Processing", Addison Wesley</li> <li>3- Ramesh Jain, Rangachan Kasturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision"; McGraw-HILL</li> <li>4- Robert M. Haralick, Linda G. Shapiro; "Computer and Robot Vision", Addison Wesley</li> <li>5- J.C. Russ; "The Image Processing Handbook", CRC Press Inc.</li> </ol> <p><b>Docente(s):</b> Manuel João Ferreira.</p>	<p><b>Prerequisites:</b> Knowledge at the undergraduate level of signal processing.</p> <p><b>Learning outcomes:</b></p> <p>The student must be capable to analyze a specific problem of computer vision (ex. Inspection system), and to identify the underlying technological challenges concerning the hardware solutions and algorithms.</p> <p>The student must be capable to evaluate technological solutions for: illumination techniques, optics, acquisition hardware (boards and cameras) and processing hardware.</p> <p>The student must be capable to identify, to discuss and to evaluate image processing and image analysis techniques for: texture analysis, region growing techniques, noise removal and feature extraction.</p> <p>The student must be capable to implement the following image processing and image analysis procedures: i) histogram manipulation, ii) mean and median, iii) gradient and iv) laplacian filters, v) blob-coloring, vi) extraction of the area, vii) perimeter, viii) first and second moment features, ix) coocurrence matrix.</p> <p><b>Bibliography:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Articles and slides distributed by the instructor.</li> <li>2- Rafael C. Gonzalez; Richard E. Woods; "Digital Image Processing", Addison Wesley</li> <li>3- Ramesh Jain, Rangachan Kasturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision"; McGraw-HILL</li> <li>4- Robert M. Haralick, Linda G. Shapiro; "Computer and Robot Vision", Addison Wesley</li> <li>5- J.C. Russ; "The Image Processing Handbook", CRC Press Inc.</li> </ol> <p><b>Teacher:</b> Manuel João Ferreira</p>
---	--

**D000147 – Aplicações de Electrónica de Potência****Regime:** S1**Tipo:** Opcional**Língua de Instrução:** Português**Horas/Semana:** 2**Créditos ECTS:** 6**Métodos de Ensino:** Exposição teórica. Apresentação e resolução de problemas. Exercícios extra-aula.**Programa:** Sistemas de accionamento de máquinas eléctricas: motores cc, motor de indução, motor síncrono, outros motores. Interface de sistemas de electrónica de potência com a rede de energia eléctrica: harmónicos de corrente e factor de potência; standards e conselhos de carácter prático; optimização da interface com a rede; interferência electromagnética.**Métodos de Avaliação:** Testes e exame final.**Pré-requisitos:** D000141 Electrónica de Potência.**Resultados de Aprendizagem:**

Conhecer os principais tipos de sistemas de accionamento para máquinas eléctricas.

Seleccionar o sistema de accionamento adequado para determinada aplicação.

Conhecer alguns dos sistemas que permitem otimizar a interface de cargas não-lineares com a rede eléctrica.

Conhecer alguns dos itens relacionados com questões de compatibilidade electromagnética.

**Bibliografia:**

1. Power Electronics: Converters, Applications and Design, Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, New York: John Wiley, cop. 1989
2. The Power Electronics Handbook, Timothy L. Skvarenina (editor), CRC Press, 2002
3. Modern Power Electronics, Evolution, Technology, and Applications, Boze, B. K., IEEE Press, 1992
4. Electrónica de Potência, Francis Labrique, João José Esteves Santana, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991
5. Power Electronics Technology and Applications, vários autores (selecção de "papers"), IEEE Press, 1993

**Docente(s):** Júlio Martins.**D000147 – Power Electronics Applications****Regimen:** 2<sup>nd</sup> Semester**Type:** Elective**Language of Instruction:** Portuguese**Classroom hours per week:** 2**ECTS Credits:** 6**Teaching Methods:** Lectures and problems resolution.**Syllabus:** Electric machine drives: cc motor, induction motor, synchronous motor, and other motors. Power quality and electromagnetic compatibility.**Learning assessment and classification:** Tests and final examination.**Prerequisites:** D000141 – Power Electronics.**Learning Outcomes:**

To know the main electrical machines drives.

To select the appropriate drive for each application.

To know some of the electronic systems used to optimize the interface between the power grid and non-linear loads.

To identify electromagnetic compatibility issues.

**Bibliography:**

1. Power Electronics: Converters, Applications and Design, Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, New York: John Wiley, cop. 1989
2. The Power Electronics Handbook, Timothy L. Skvarenina (editor), CRC Press, 2002
3. Modern Power Electronics, Evolution, Technology, and Applications, Boze, B. K., IEEE Press, 1992
4. Electrónica de Potência, Francis Labrique, João José Esteves Santana, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991
5. Power Electronics Technology and Applications, several authors (papers selection), IEEE Press, 1993

Teacher: Júlio Martins.

<b>Nome da disciplina</b> <b>Course title</b>	<b>Qualidade de Energia</b>	<b>Power Quality</b>
<b>Código da disciplina</b> <b>Course code</b>	D000151	D000151
<b>Tipo</b> <b>Type of course</b>	Opcional	Elective
<b>Nível</b> <b>Level of course</b>	Normal	Normal
<b>Ano</b> <b>Year of study</b>	Primeiro	First
<b>Semestre</b> <b>Semester/trimester:</b>	Segundo	Second
<b>Créditos ECTS</b> <b>ECTS credits</b>	ECTS 6	ECTS 6
<b>Docentes</b> <b>Name of lecturer(s)</b>	João Luiz Afonso	João Luiz Afonso
<b>Resultados da aprendizagem</b> <b>Learning outcomes</b>	Identificar, classificar e analisar problemas de Qualidade de Energia Eléctrica e Compatibilidade Electromagnética, que afectam o bom desempenho de equipamentos e sistemas eléctricos.  Seleccionar e aplicar soluções que resolvam ou minimizem os problemas de qualidade de energia.	Identify, classify and analyse Power Quality and Electromagnetic Compatibility problems, which affect the performance of equipments and electrical systems.  Select and apply solutions that can solve or minimize the power quality problems.
<b>Pré-requisitos</b> <b>Prerequisites</b>	Electrónica de Potência	Power Electronics
<b>Programa</b> <b>Course contents</b>	Qualidade de Energia Eléctrica: Problemas, Normas, Sistemas de Monitorização, Soluções Tradicionais, Novas Soluções. Cuidados nas Instalações Eléctricas. Análise dos Sistemas Eléctricos Monofásicos e Trifásicos (equilibrados e desequilibrados), com e sem Harmónicos. Teoria das Potências Real e Imaginária Instantâneas (Teoria $p-q$ ) aplicada ao entendimento dos problemas de Qualidade de Energia. Compatibilidade Electromagnética. Utilização de Fontes de alimentação sem Interrupção (UPSs). Utilização de Sistemas de Accionamento de Velocidade Variável (ASDs).	Power Quality: Problems, Standards, Monitoring Systems, Traditional Solutions, New Solutions. Electrical Installations Design Procedures. Analysis of Single-Phase and Three-Phase (balanced and unbalanced) Power Systems, with and without Harmonics. Theory of Real and Imaginary Instantaneous Power Components ( $p-q$ Theory) applied to the understanding of Power Quality Problems. Electromagnetic Compatibility (EMC). Utilization of Uninterruptable Power Supplies (UPSs). Utilization of Adjustable Speed Drives (ASDs).
<b>Leituras recomendadas</b> <b>Recommended reading</b>	- Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions - Math H. J. Bollen. - Voltage Quality in Electrical Power Systems - P. Anderson. - Electrical Power Systems Quality -	- Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions - Math H. J. Bollen. - Voltage Quality in Electrical Power Systems - P. Anderson. - Electrical Power Systems Quality -

<p><b>Métodos de ensino</b> <b>Teaching methods</b></p> <p><b>Métodos de avaliação</b> <b>Assessment methods</b></p> <p><b>Língua de instrução</b> <b>Language of instruction</b></p>	<p>Surya Santoso. - A Guide to UPS &amp; Power Quality Products: Issue 2 - C.L. Escombe, F.M. Escombe. - Power Quality – C. Sankaran. - IEEE Emerald Book – IEEE. - Testing for EMC Compliance: Approaches and Techniques - Mark I. Montrose, Edward M. Nakauchi. - EMC for Product Designers -Tim Williams Newnes. - EMC for Systems and Installations - Tim Williams, Keith Armstrong Butterworth-Heinemann. - Uma lista de Artigos Técnicos dada pelo docente.</p> <p>Aulas teóricas complementadas por trabalhos de laboratório e simulações computacionais</p> <p>Teste Final</p> <p>Inglês ou Português, de acordo com as necessidades ou preferências dos alunos</p>	<p>Surya Santoso. - A Guide to UPS &amp; Power Quality Products: Issue 2 - C.L. Escombe, F.M. Escombe. - Power Quality – C. Sankaran. - IEEE Emerald Book – IEEE. - Testing for EMC Compliance: Approaches and Techniques - Mark I. Montrose, Edward M. Nakauchi. - EMC for Product Designers -Tim Williams Newnes. - EMC for Systems and Installations - Tim Williams, Keith Armstrong Butterworth-Heinemann. - A list of Technical Papers given by the lecturer.</p> <p>Theoretical classes complemented with laboratory and simulation works</p> <p>Final Test</p> <p>English or Portuguese, according to the students needs or preferences</p>
---	---	--